PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

2002-016179

(43) Date of publication of application: 18.01.2002

(51)Int.Cl.

H01L 23/12 H01L 21/60

(21)Application number: 2000-333526

(71)Applicant: HITACHI LTD

(22)Date of filing:

27.10.2000 (72)Invent

(72)Inventor: YAMAGUCHI YOSHIHIDE

TENMYO HIROYUKI
INOUE KOSUKE
DAIROKU NORIYUKI
HOZOJI HIROYUKI
MINAGAWA MADOKA
TSUNODA SHIGEHARU

ISADA NAOYA ANJO ICHIRO NISHIMURA ASAO

UJIIE KENJI YAJIMA AKIRA

(30)Priority

Priority number: 11307986

Priority date: 29.10.1999

Priority country: JP

2000134213

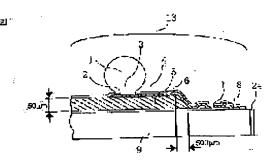
28.04.2000

JP

(54) SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a semiconductor device for enabling flip chip connection without the need of an underfill. SOLUTION: This semiconductor device is provided with a semiconductor element, an insulation layer formed on the semiconductor element and an external connection terminal formed on the insulation layer and electrically connected to an electrode provided on the semiconductor element. In an area from the edge of the insulation layer to a flat part where the thickness of the insulation layer is almost the same, the kind of the wiring pattern of wiring for a power source or the wiring for grounding and the kind of the wiring pattern for the wiring for signals are different.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3399455

[Date of registration]

21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Q

(P2002-16179A) **特開2002-16179** (11)特許出顧公開番号

€ 公赉(

盂 华

噩

4 (25)

(19)日本国特許庁 (JP)

(43)公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)

实	РI	きゅつ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・
	H01L 23/12	501P
	21/92	602L
		603F
		6048
	23/12	គា
	以 中 東 東 東 東 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大 大	謝求項の数12 01. (全25 目)

501

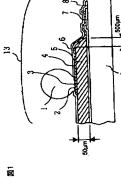
H01L 23/12 (51) Int Cl.7

21/60

(21)出版等号	特 国2000—333528(P2000—333526)	(71) 出題人 00005108	000005108
			株式会社日立製作所
日期(22)	平成12年10月27日(2000, 10.27)		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
		(72) 発明者	山口成功
(31)優先権主張番号 特額平11-307986	特顯平11-307986		神疾川県徹廷市戸線区吉田町292番地 條
(32) 任先日	平成11年10月29日(1999.10.29)		式会社日立製作所生產技術研究所內
(33)優先権主張因	B本(JP)	(72) 発明者	天明 格之
(31)優先権主張番号	(31)優先権主張番号 特顧2000-134213(P2000-134213)		神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
(32)優先日	平成12年4月28日(2000.4.28)		式会社日立製作所生産技術研究所內
(33)優先權主張因	日本(JP)	(74)代理人 100075096	100075096
			弁理士 作田 康夫
			最終買に統へ

半導体被置 (54) [発明の名称]

【課題】本発明の目的は、アンダーフィルの不要なフリ ップチップ接続を可能とする半導体装置を実現すること [解決手段] 本発明は、上記目的を達成するために、半 該絶縁層の上に形成され該半導体素子の有する電極と電 気的に接続した外部接続端子とを有する半導体装置であ って、前記絶縁層のエッジから前記絶縁層の厚さがほぼ 同じである平坦部に至るまでの領域において電源用配線 もしくはグランド用配線の配線パターンの種類と信号用 導体素子と、該半導体素子の上に形成された絶縁層と、 配線の配線パターンの種類とが異なるものである。



|特許請求の範囲|

電源用配線もしくはグランド用配線の形状と信号用配線 [請求項1] 半導体素子と、該半導体素子の上に形成さ れた絶縁層と、抜絶縁層の上に形成された外部接続端子 路電極と抜外部接続端子を電気的に接続する配線とを有 する半導体装置であって、前記絶縁層の傾斜部において と、該絶縁層の上に形成され、かつ、抜半導体業子の回 の形状が異なることを特徴とする半導体装置。

は前記グランド用配線の配線幅が該傾斜部における前記 【請求項2】前記傾斜部における前記電源用配線もしく 信号用記線の配線幅より広いことを特徴とする請求項1 に記載の半導体装置。

前記信号用配線の平均配線幅よりも広いことを特徴とす [諸求項3] 前記傾斜部における前記電源用配線もしく は前記グランド用配線の平均配線幅が抜傾斜部における る請求項1に記載の半導体装置。

路電極と該外部接続端子を電気的に接続する配線とを有 れた絶縁層と、該絶縁層の上に形成された外部接級端子 する半導体装置であって、前記絶縁層の端部で、前記配 【請求項4】半導体素子と、該半導体素子の上に形成さ と、抜絶緑層の上に形成され、かつ、抜半導体素子の回 線の幅が広くなることを特徴とする半導体装置

対して約5%乃至約30%の傾きを有することを特徴と 【請求項5】前記絶縁層の傾斜部は前記半導体業子面に する請求項1または4に記載の半導体装置。

れを除去する。

|請求項6||前記絶縁層の厚さは約35乃至約150マ イクロメートルであることを特徴とする請求項1または 4に記載の半導体装置。

されていることを特徴とする請求項1または4に記載の 【踏求項1】前記絶縁層はマスクを用いて印刷して形成

200

[請求項8] 前記絶縁層は粒子を有することを特徴とす

【耕求項9】前記絶縁層の膜厚が60マイクロメートル から80マイクロメートルのときに、前記信号用配線の 最小配線幅が約25マイクロメートルであることを特徴 とする静水項1または4に記載の半導体装置。 る請求項1または4に記載の半導体装置

【請求項11】前記配線はニッケルめっきと飼めっきに **兼用することを特徴とする請求項1または4に記載の半** より形成された配線圏を含むことを特徴とする請求項1

【請求項10】前記配線の一方の端部はバンプパッドを

4

|静水項12] 半導体素子と、該半導体案子の上に形成 と該外部接続端子を配気的に接続する配線とを有する半 され、かつ膜母が35乃至150マイクロメートルの絶 緑層と、眩絶緑層の上に形成された外部接続端子と、球 導体装置であって、披配線は銅配線の上に沿って、ニッ 絶縁圈の上に形成され、から、抜半導体素子の回路紀復 ケル個を形成されていることを特徴とする半導体装置。 または4に記載の半導体装置。

特開2002-16179

3

発明の詳細な説明

[000]

[発明の属する技術分野] 本発明は、フリップチップ接 統を目的とする半導体装置の構造および製造方法に関す [0002]

[従来の技術] 半導体装置の多くは積層構造となってお

絶縁層には開口部が設けられ、その開口部を通して、下

り、各層の間には絶縁層が配置されている場合が多い。

10 層の端子と上層の端子とを接続する配線が形成されてい

[0003] 絶縁圏形成方法としては以下の方法が採用 下層の端子と上層とをつなぐ金属配線を形成する。マス クとして使用した感光性絶縁材料は不要となった後、こ されている。つまり、感光性絶縁材料を半導体装置上に スピンコート法により登布し、露光および現像を実施す ることで絶縁層の開口部を形成する。また、下層の端子 と上層の端子とを接続する金属配線は、第二の感光性材 料を絶縁層上層に塗布し、これに対して露光および現像 タ、CVD、蒸着等のプロセスを併用することで絶縁層 を行うことでマスクを形成し、これとメッキ、スパッ 2

【0004】以上の工程により、絶縁層の下層にある端 一へに形成されたアルミパッド7上に開口部を有する絶 で、金属配線11が形成されている。パンプパッド3に はバンブ10が形成されている。なお、このようにアル 子と上層とを接続する配線が形成可能となる。このよう 層の端子となっている。そして半導体が形成されたウェ な工程により形成された半導体装置の部分断面図を図3 1に示す。同図においては、アルミパッド7が絶縁圏1 2下層の端子となっており、パンプパッド3が絶縁層上 **縁層12が形成されている。また、その関ロ部のアルミ** ミパッド7からパンプパッド3までの配線を形成するこ パッド1から、絶縁闘12の上層のパンプパッド3ま

【0005】このような工程を経て製造された半導体装 体装置13と基板14との接機は、半導体装置13の端 とは再配線と呼ばれている。また、この際の絶縁層13 置をプリント配線板のような基板上に実装し、後続する リップチップ接続した半導体装置の断面図である。半導 子上に設けられたパンプ10が基板上で容融後に再度固 体化することで実現されている。半導体装置13と基板 この樹脂は、アンダーフィル15と呼ばれ、後続部を補 強する効果がある。アンダーフィルを実施したフリップ チップ協模の倒として特闘平11-11168号公報 形態のひとつにフリップチップ接続がある。 図3 2 はフ の単さは金属配線11の厚さとほぼ同等となっている。 14との間隙は高剛性の樹脂で充填されている。なお、

[0000]

20

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来

特開2002-16179

技術には、以下のような問題がある。

【0001】第一に半導体装置と基板と回り隊への街脂の供給力法に離がある。つまり、際間が一般的に0.3mm以下である間線に対して樹脂を供給する方法として、毛細管現象を利用する方法がとられている。しかし、アンダーフィル用の場階材料は、高粘度の液状樹脂であるので、隙間に埋め込む時間がかかるため生産性が悪く、また接続信頼性に悪影響をおよぼす空為が後存しやすい等の問題がある。

[0008] 第三に半導体装置の取り外しに離がある。 つまり、基板に接続した半導体装置が不良品であった場合、同半導体装置を基板上から取り外しても、硬化したアンダーフィル材料が、取り外した後も基板上に投留してしまうため、基板の再生が難しいという問題が存在する。

2

[0009]第一および第二の問題点を解決するためにも、アンダーフィルを実施せずに、半導体装置を基板に接続することが望ましい。しかしながら、アンダーフィルは、完成した電気製品を使用する際の発熱等による接続的に生じる電みに起因する接続的の破壊を防止する目20的で実施されており、実施しない場合には、半導体装置ので実施されており、実施しない場合には、半導体装置の後被務局が極端に重くなってしまうという問題が生じ

[0010]ところで、アンダーフィルの不要なフリップチップ接続を可能とする半導体装置が実現するために、厚膜絶縁膜を印刷形成した場合、外部接続用端子と厚線絶縁層上に形成するパンプパッドには、厚膜絶縁層だけの隙間が存在する。

[0011] したがって、通常の方法で鑑光した場合、 露光の焦点が合わず、解像不足が発生する。[0012] 本発明の目的は、アンダーフィルの不要な

【0012】本発明の目的は、アンダーフィルの不要/ フリップチップ接続を可能とする半導体装置が実現し、 高精度に配線を形成することにある。

[0013] 【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、特許請求の範囲の通りに構成するものである。このように、所望の絶縁層(厚膜絶縁層)の上に、配線を形成することにより上記の目的は違成される。例えば、配線の個を厚膜絶縁層の平坦部と傾斜部において配料機を支える、すなわち傾斜部の配線幅を太くすることで高精度に配線を形成することとした。また、液状のレジストを用いた場合、厚膜絶縁層線層と厚膜絶縁層の下に形成されている絶縁圏の境界面において、レジストの膜厚が厚くなり、解像性が低下するので、フィルムレジストを用いることで高精度に配線を形成することとした。なお、本明細事では、この厚膜絶線層を応力緩和層と記載している。 【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施例について 図を併用しつつ説明する。なお、全ての図において、同50

い。具体的には、例えば図35のような領域となる。図 33か5図35のいずれの形態を使用するかは、核有機

一符号は同一部位を示しているため、重複する説明を省 いている場合があり、また説明を容易にするため各部の 寸法比を実際とは変えてある。 [0015]まず、本実施例による半導体装置の構造について説明する。半導体装置は、ウェーハ単位で多数値が一括して製造されるが、以下では説明を容易にするために、その一部を取り出して説明する。図1に本実施例の半導体装置13の部分断面図を示す。

【0016】半導体回路が形成されたウェーハ9とは、 半導体製造工程でいうところの前工程を終了したウェー いであり、多数個の半導体装置13に対が部用接続端子、例えば アルミバッド7が形成されている。このアルミバッド7 は従来型の半導体装置13において、QFP(Quad Flat Package)などの半導体バッケージ におさめる場合に、金ワイヤ等を接続し、半導体バッケー におさめる場合に、金ワイヤ等を接続し、半導体バッケージの外部端子との導通を実現するために使用されている。

アルミバッド7上および多数個の半導体が形成されたウェーハ9をチップ状の半導体装置13に切断する際の切断的24およびその周辺を除き、保護機8に覆われている。この保護腹8には厚さ1万至10マイクロメートル程度の無機材料からなる棒線相脂単独あるいは有機材料からなる棒線相隔単独あるいは有機材料からなる棒線相隔を併用している。この保護腹8には厚さ1万至10マイクロメートル程度の無機材料からなる機線膜を単近、あるいは前記無機絶線膜の上部に有機材料からなる有機絶線態を積極した複合膜を使用している。この必要を使用する場合。

る。この複合膜を使用する場合、該有機膜は感光性樹脂 材料を使用することが望ましい。本実施例で保護膜8の 有機膜として好適な感光性材料を例示すると、感光性ポ ず保護膜として公知慣用の無機材料、有機材料あるいは いが、図33に示されるようにアルミパッド7の近傍と に示されるように無機模表面の任意の複数箇所のみに形 成されていても構わない。このように有機膜の倒域を限 定することによって保護膜8の内部応力によるウェーハ 鷺光時の焦点合わせなどの点で有利となる。 なお本実施 る。なお、図33及び図34ではアルミパッド1の周囲 リイミド、感光性ベンソシクロブテン、感光性ポリベン ズオキサソールなどがある。本実施例では、これに限ら のほぼ全面を罹うように形成されていても勿論かまわな なる領域のみに形成されていてもかまわないし、図34 9の反りが低域され、製造工程におけるハンドリングや 例では、アルミパッド1の近傍の領域とは、アルミパッ の有機膜は連続倒域に形成されているが、個々のアルミ SinやSi02などが使用できる。また、該有機膜は無機膜 これらの複合膜が使用できる。例えば無機膜としては、 ド7の塔部から最大距離1mmまでの領域を指してい パッド毎にそれぞれ独立した領域に形成しても構わな

版に使用する感光性樹脂のパターン精度、膜の内部応力、および抜半導体装置の来子特性を鑑みて決定する。ここで言う素子特性の一例を挙げると、抜半導体装置への応力作用により素子内部の個々のアクティブセル (トランジスタ) におけるエネルギー障壁の準位が変動したりすることを指している。

[0017]保護機8の上には厚さ35万至150マイクロメートルの応力緩和層5が選択的に形成されている。応力緩和層の膜厚は、半導体素子のサイズ、応力緩和層の弾車、半導体素子のサイズ、応力緩和層の弾車、半導体素子のサイズ、応力緩和層の弾車、半導体素子厚などにも依存していて一機はおよそ150万至750マイクロメートルであり、半導体業子とその表面に形成される応力緩和層とからなるパメタルモデルで応力シミュレーション実験をおこなったところ、所要の応力緩和層線写は10万至200マイクロメートルであることがわかったため本実施例はこの類写範囲で形成した。これは、半導体業子の厚みに対1/20から1/5程度の厚みに相当する。類厚が35ペイクロメートルより小さくなると、所

和層であれば信頼性のある半導体装置を提供することが を越える弾性係数の応力緩和層を使用すると、応力緩和 ある。応力緩和層 5 のエッジ部は傾斜を有しており、そ イクロメートルを越えて厚くたると応力線和層5自身が 露光工程でのピントズレや配線形成工程などでのハンド リング不具合などが発生し易くなり、生産性が低下する という問題がある。応力緩和層5は、半導体ウェーハ9 GPaから10GPaの弾性係数を有する樹脂材料によ り形成されている。この範囲の弾性係数を有する応力級 力緩和層の場合、半導体素子そのものの重量を支えるこ とが困難になって半導体装置として使用する際に特性が 層5自身が持っている内部応力のためにウェーハの反り が発生し、露光工程でのピントズレや配線形成工程など でのハンドリング不具合などが発生し易くなり、さらに はウェーハが割れるという不具合が発生する危険性すら の平均勾配は5乃至30%程度である。5%を下回る傾 斜角の場合、傾斜が長くなりすぎて所望の膜厚が得られ クロメートルとするためには、3ミリメートル組の水平 距離が必要となり左右のエッジ部をあわせるとほぼ7ミ リメートルがなければ所望の膜厚が得られないことにな 5。一方、傾斜角が30%超の場合、水平距離の点では より大幅に小さい弾性係数、例えば室間において0.1 ない。例えば、平均勾配3%の傾斜角で厚み100マイ 望の応力緩和を得ることができず、また膜厚が150マ 安定しないという問題が生じやすい。一方、10GPa できる。すなわち、0.1GPaを下回る弾性係数の応 持っている内部応力のためにウェーハの反りが発生し、

けてもよい。半導体装置13の表面はパンプパッド3お あらわれ、配線構造に特別な工夫が必要となる場合があ 厚となっているため、平均勾配は10%である。再配線 用配線4は、銅などの導体で形成されており、アルミパ ッド7と応力緩和層5装面の突起状電極、例えばパンプ パンプパッド3の酸化を防止するための金めっき2を設 よび多数個の半導体が形成されたウェーハ9を各半導体 装置13に切断する際の切断部24を除き、表面保護膜 傾斜角が大きい場合には、いわゆる応力集中効果が作用 してそのエッジ部に応力が集中し、その結果としてエッ ジ部で再配線用配線4の断線が発生しやすくなる傾向が クロメートルの水平距離にて50マイクロメートルの模 ンがなく、特別な技能または技術が必要となる。さらに る。図1の場合、応力緩和層5のエッジより500マイ パッド3とを接続している。またバンブパッド3上は、 6 で罹われている。

[0018] 表面保護版6で保護版8および応力総和層5を完全に罹うことで対止しているため、半導体素子が形成されたウェーハ9の表面から保護版8および応力級20 和層5が剥離することを防止し、半導体の性能劣化を引き起こすイオン等の異物の侵入をも軽減できる。また、保護機8、応力緩和層5、表面保護機6は、いずれも切断部24より後近しているため、半導体装置13を切断分離する際に損傷を受けることがない。

[0019] 表面保護膜らとしては電気絶縁特性を有する各種樹脂材料を使用することが出来る。パターンを形成する必要があるため感光性材料であることが望ましいが、例えばインクジェットなどの商精度印刷に対応した材料を用いて印刷で成膜しても構わない。その他、カーデンコートなどの安価な塗布方法によって絶縁膜をベタチングレジストを形成してパターニングし、このレジストパターンを用いて上記絶線膜をエッチング加工、レジスト列離という工程を軽て成膜してもよい。このような材料として、本実施例では様々な材料が使用可能であるが、いくっか例示すると(1)感光性材料としてアクリル変性感光性エポキン樹脂、感光性ポリイミド樹脂、

(2) インクジェット印刷材料としてボリアミドイミド 樹脂、ボリイミド樹脂、(3) ベタ成酸用材料として変 体トリアゾール樹脂、変性メラミン樹脂、ボリイミド樹 脂などが好適に用いられる。感光性材料についてさらに 具体的に例示すると、安価な感光性樹脂材料としてブリント基板製造工程で好適に使用されるソルダーレジスト やフレキシブルブリント基板の表面が、一に用いられる 軽光性ボリイミドなどが表面保護機らとして好適に利用 される。一方、ベタ成販用材料としては、例えば東レ

\$

(株)のフォトニーメTMなどが好適である。なお本実 施倒では、ソルダーレジストを用いた。パンプパッド3 上には、パンブ1が形成されている。このパンブ1は、 50 はんだ材料で形成するのが一般的である。ここでパンブ になんだ材料で形成するのが一般的である。ここでパンブ

の付き回りや露光および現像の工程でのプロセスマージ

問題がないが、逆に配線形成の際に十分なステップカバ

レッジが得られない危険性が高い。 特にめっきレジスト

保護膜6の端部から10乃至100マイクロメートルに るパンプ1を省略した平面図で示した。図2においてハ ジストである。また、応力緩和層5が角を丸めた長方形 状に形成されている状態で形成されおり、各半導体装置 13の間には各半導体装置13を分離する際の切りしろ となる切断部24が存在する。切りしろは、例えば表面 位置するのが望ましい。10マイクロメータより短いと ろと表面保護層6との間隔を本実施例では10乃至10 再配線用配線4の一端の下層には図示されてはいないが [0020] 図2に図1で示した半導体装置13がウェ **ーハ上に連続的に形成されている状態を、本来は存在す** ッチングで示した部位が表面保護膜 6 であるソルダーレ 各半導体装置を分離する際にチッピングを誘発しやすく なる傾向があり、逆に100マイクロメータより長くな 従って、半導体装置13の歩留まり向上のために切りし ると半導体素子として使用可能な有効面積が減少する。 0マイクロメータに位置させることが望ましい。 なお、 アルミパッド7が存在する。

[0021]この半導体装置構造によれば、応力緩和層 5が再配線用配線とウェーへ9間に存在するため、半 導体装置13が回路基板14上に接続され、それが動作 する際にパンプ1が受ける熱による歪みを分散させるこ とが可能となる。このため、この半導体装置13を回路 基板14に搭載してもアンダーフィル15を実施するこ となく接続寿命を延ばすことが可能となる。また、応力 緩和層5はなどかな傾斜節を有しているため、再配線 【0022】本実施例における半導体装置13の製造工程の一例を、図を用いて説明する。図3により第一工程から第三工程までを、図4により第四工程から第六工程を、図5により第七工程から第九工程を説明する。なお、いずれの図においても、本実施例における半導体装置13の節面構造がわかりやすいように、一部分を取り出した断面図としてある。

[0023]第一工程:外部接続用のアルミパッド7が 形成済みである半導体が形成されたウェーへ9について は、従来の半導体装置13と同じ工程にて製造する。本 実施例で使用した半導体装置では外部接線用バッドの材 質はアルミニウムであったが、外部接線パッドは鋼であ ってもかまわない。本実施例では外部接線としてワイヤ ボンディングを使用しないため、外部接線パッドは鋼の 切合に生じやすいボンディング性の問題を考慮する必要 がないからである。外部接線パッドが鋼の 超合に生じやすいボンディング性の問題を考慮する必要 がないからである。外部接線パッドが鋼の 配気抵抗を低域できるため、半導体兼子の配気特性向上

の観点からも望ましい。 【0024】第二工程:必要に応じて、保護収8を形成 する。保護収8は、無機材料を用いて半導体製造工程に おけるいわゆる前工程において既に形成される場合もあ 50

5に示されるようにアルミパッド7の近傍となる領域の となる。また、本願実紘例で使用した感光性ポリイミド ブテン、ポリキノリン、ポリフォスファゼンなども使用 ある感光性ポリイミドを塗布し、これを感光、現像、硬 化することで厚さ6マイクロメートル程度の保護膜8を 形成している。これにより、半導体が形成されたウェー ハ9上に保護膜8が形成される。本実施例では保護膜8 の膜厚を6マイクロメートルとしたが、所要膜厚は当該 B至10マイクロメートル程度となる。なお、図13に 示しているように該有機膜は無機膜のほぼ全面を覆うよ うに形成されていても勿論かまわないが、図33~図3 みに形成されていてもかまわない。無機材料のみからな る絶縁膜の場合、膜厚の範囲は3マイクロメートル以下 以外にも、ポリベンズオキサゾール、ポリベンゾシクロ 形成する場合もある。本実施例に於いては、半導体工程 絶縁膜、例えばCVD法等で形成した窒化珪素、テトラ エトキシンラン等によって形成された二酸化珪素、ある いはそれらの複合膜からなる絶線膜の上に、有機材料で 半導体素子の種類によって異なっており、その範囲は1 におけるいわゆる前工程で形成された無機材料からなる また、更に無機材料の上に有機材料を用いて重ねて

[0025]第三工程:ペースト状ポリイミド材料を応力緩和隔5の形成子定箇所に印刷塗布し、その後にれを印熱も高5ことで硬化させる。これにより保護膜8上に応力緩和個5が形成される。

[0026] 第四工程:電気めっきに用いるための給電 費16をスパッタ等の方法で形成した後に、配線の逆パ ターン17をフォトレジストを用いて形成する。

8

[0027]第五工程:この給電膜16および配線の逆パケーン17を利用して電気めっきを行い、再配線用配線4およびパンプパッド3の形成を行う。また、必要に応じて電気めっきを繰り返すことで再配線用配線4を多層構造とする。

30

[0028] 第六工程:フォトレジストからなる配線の 逆パターン17および電気めっきの結電膜16をエッチ ング処理により除去する。

ノノ処程により除むする。 【0029】第七工程:ソルダーレジストを用いて表面 保護膜6を形成する。そして、このパターンを利用して パンプパッド3の最表面に無電解金めっき2を行う。

[0030] 第八工程:パンプパッド3上にフラックスと共にはんだボールを搭載し、加熱することでパンプパッド3にはんだボールを接続し、パンプーを形成する。[0031] 第九工程:半導体が形成されたウェーハ9をウェーハダイシング技術により半導体装置13に切断する。

【0032】以下では、上記の第三工程から第八工程までについて詳細に説明する。

【0033】まず、第三工程について説明する。印刷に使用するマスクは、プリント配線板に対するはんだペー

9 スト印刷などで使用する印刷用マスクと同じ構造のもの が使用可能である。例えば、図6に示すように、ニッケ ル合金製のステンシル25を、樹脂シート26を介して

斜角を持たせることによって、印刷マスクがウェーハか の間の隙間が0~100マイクロメータとなるような印 枠27に貼り付けた形態のメタルマスクを使うことが出 め、それを見込んだ分、小さめに製作するようにしても 合わせした状態で密着させ、その状態でスキージがステ ンシル25.上を移動することで、パターン開口部28を 充填し、その後、印刷用マスクを半導体が形成されたウ ェーハ9に対して相対的に上昇させることで、印刷をす うウェーハと印刷用マスクの密着は、両者の間に隙間を は既に保護膜8が部分的に形成されているため、この上 に印刷マスクを隙間なく密着させることは実用上困難な 別条件で印刷した。このほかにも、第一スキージで印刷 し、その後、第二スキージで印刷用マスクのパターン開 の後、印刷用マスクを半導体が形成されたウェーハ9に ように、印刷マスクをウェーハ9に対して相対的に上昇 させる際、垂直に上昇させてもかまわないが、相対的に 傾斜角を持つように動かしながら上昇させても良い。傾 ら離れる場合の版離れ角がウェーハ面内で均一になりや すい。また、印刷マスクはウェーハの一方の端から他方 の端へ向かって離れていくことになり、版抜けが不安定 になりやすい版離れの最後の瞬間は半導体装置のない領 域で行われることになって歩留り向上の点でも有利とな る。さらに、同一の印刷機を用いて複数枚ウェーへに連 槐的印刷を行なう場合には、適宜のタイミングでマスク 版の裏側を拭きとる工程を挿入すると良い。例えば、本 実施例では10枚連続印刷すると1回マスク版の凝倒の マスク凝倒の潸掃のタイミング、回数、その方法はペー スト材料の粘度や固形分濃度、フィラー量などによって ル合金製のステンシル25を、樹脂シート26を介して 来る。印刷用マスクのパターン開口部28は、50マイ よい。図7に示すように、ペースト印刷は、印刷用マス クと半導体が形成されたウェーハ9のパターンとを位置 るいわゆるコンタクト印刷をおこなう。なお、ここで音 全くなくすることを必ずしも意味しない。 ウェーハ上に ためである。本実筋例では、ウェーハと印刷用マスクと 対して相対的に上昇させる印刷方法もある。図8に示す **荷掃を行ない、しかる後に11枚目の印刷を行なった。** 用マスクのスキージ面全体をペーストでコーティング クロメートル程度は印刷後にペーストが儲れ広がるた 口部28を充填し、かつ余分なペーストを除去する。 適宜調節が必要となる。

[0034]引き続きペーストが印刷盤布された半導体が形成されたウェーハ9をホットプレートや加熱炉を用いて段階的に加熱することでペーストが硬化し、応力緩和層5の形成が完了する。

【0035】ここで使用している応力級和層5の形成用の材料は、ペースト状のポリイミドであり、保護機8の上に印刷強布された後に加熱することで硬化することが

20

(9)

特開2002-16179

優れ、その結果として、配線のためのめっき給電膜形成 方法の撰択肢が広がる。例えば、スパッタなどの高温処 ド、エステルイミド、エーテルイミドなどイミド結合以 合がある。例えば、ポリエステルイミド樹脂では、一般 実施例では、これらの樹脂の中から素子特性、価格、敷 機械特性などを総合的に勘案してこれらの樹脂を適宜使 **ーテルイミド樹脂、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、ボ** 親和性を向上するように樹脂組成に変成を施すことが望 ましい。上記列拳した樹脂のうち、イミド結合を有する 樹脂、倒えばポリイミド、アミドイミド、エステルイミ ド、エーテルイミド等では、イミド結合による強固な骨 ン樹脂やアクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アミドイミ 外の結合で縮合した部分がある樹脂の場合、熟機械特性 は若干劣るものの加工性や樹脂価格などの点で有利な場 にポリイミドよりも硬化温度が低いため扱いやすい。本 には、上記ポリイミド微小粒子表面に相溶性を付与する 処理を施すか、あるいは、上記ポリイミド做小粒子との 格のおかげで熱機械的特性、例えば高温での強度などに リエステル樹脂、これらを変性した樹脂などを用いるこ 理を伴うめっき給電膜形成方法を選択できる。シリコー とも可能である。ポリイミド以外の樹脂を使用する場合 ミド以外にアミドイミド樹脂、エステルイミド樹脂、 い分ける。

20

【0036】ペースト状のポリイミド中にポリイミド後小粒子を分散させることで材料のお母等性を調整することが可能となるため、印刷性に優れたペーストを使用することが出来る。後小粒子の配合を調整することで、ペーストのチキントロピー特性を制御することで、ロリが性をあれることで、印刷特性を表別することが出来る。また、応力緩和層5の傾斜角度を顕飾することもでせる。また、応力緩和層5の傾斜角度を顕飾することもできる。本顧実施例で好適なペーストのチクントロピー特性は、回転も度計を用いて適定したのがあれ、いわゆるチクントロピーインデックスが2.0か53.0の範囲にあることが望ましい。なお、チクントロピーインデックスに温度核存性が現れるペーストの場合、チクントロピーインデックスが2.0か63.0の範囲になるような温度領域で印刷すると高減機が得ら。0か63.0の範囲になるような温度領域で印刷すると高減機が得ら

49

と仮定すると、ふくらみ部の半弧の長さは(2×3.1 一トルとなり、配線の冗長長さはふくらみ部1個につい イズ、半導体素子の消費電力、半導体素子を搭載する回 ば、マスク印刷により十分形成可能である。例えばこの 用する熱応力が緩和され、従って、信頼性の高い配線構 路基板14の物性値などを勘案した実験およびシミュレ ーションから求める。例えば、本実施例では半導体業子 p p m/℃、半導体素子13の基板搭載プロセス~動作 【0038】また、図1に示すように応力緩和圏5にふ る応力を吸収しやすい構造となり、断線をより防止する 乃至12マイクロメートル程度の高さを持つふくらみ部 分が形成されることが好ましい。この程度の頂点であれ ふくらみ部を半径が10マイクロメートルの半円簡形状 て31. 4—10=21. 4マイクロメートル、応力線 ロメートルとなる。このように、配線4に冗長部を設け ることができるため、配線構造およびはんだ接合部に作 応力緩和層5の膜厚および弾性率、半導体素子13のサ とそれを搭載する回路基板14の線膨脹係数の差が15 くらみ部分を積極的に形成した場合は、配線4のたわみ ことができる。具体的には、応力緩和層5の平均摩さに 布閥の両側に10ず0形成した場合には42.8マイク 13の対角長さをLミリメートルとし、半導体素子13 中のON/OFFによって生じる最大温度範囲が摂氏200度 部分を形成することができ、これにより熟膨張などによ 対して、最大で約25マイクロメートル、望ましくは1 とすると、基板実装品が実使用環境での使用で配線部が 造を提供できる。なお、このふくらみ部の所要厚さは、 受ける最大熱変形品は、15 (ppm/℃) ×L/2 (m

特開2002-16179

て、本実施例では、そのふくらみ部分の高さは応力緩和 0.002×Lミリメートル程度あれば充分であると考 **番5の平均厚さに対してL/2000~L/500ミリ** えた。この計算からふくらみ部を半円筒形状で近似し メートル程度の範囲に収まるようにした。

0マイクロメートルでその弾性率が3GPaであるとす 有する必要はなく、微粒子をペースト中に分散させない 場合でも印刷に必要な最低限の粘弾性特性が確保されれ ばよい。ただし、微小粒子をペースト中に分散させない 使用した場合、2回の印刷で硬化後の膜厚として約50 基板14に半導体装置13を接続した際に歪みが集中し ることで歪みの集中を緩和することも出来る。このため 良い。また、第2の方法として、保護層8の構造を調整 することによって応力緩和層の厚みを部分的に変更する こともできる。例えば、図37に示すように、ひずみが 集中し易いバンプXの直下の領域は無機膜からなる保護 層のみを使用し、その他の領域では無機膜の上に有機膜 を形成した複合層を保護膜とする。このような保護膜の 上に応力緩和層を形成すると、有機膜の保護膜のあると ころとないところの応力緩和層の部分Aで緩やかな傾斜 ると、有機保護膜と応力緩和層からなる部分の平均弾性 0) /60=1.3となり、一方、部分Aにおける傾斜部 の平均弾性率は1である。したがって、このような構造 にすることにより、応力緩和層の熱応力は周辺部から有 機保護膜が形成された部分に分散することになり、本来 数応力が集中する周辺部にあるパンプの破損を防止する ができる。例えば、固形分櫢度30乃至40%のペース トを用いて厚さ65マイクロメートルのメタルマスクを マイクロメートルを得ることが出来る。また特に、回路 やすい箇所に配置されているパンプ1については、抜当 する個所の応力緩和層5のみに限定して厚さを厚膜化す には、例えばペースト状ポリイミドを半導体が形成され たウェーハ9上に対して、1回目の印刷にて使用したも のとは異なるメタルマスクを使い複数回の印刷をすれば 【0039】必要となる応力緩和層5の模厚が1回の印 別および加熱硬化で形成されないときには、印刷及び材 **料の硬化を複数回繰り返すことで所定の膜厚を得ること** 部が形成される.いま、応力緩和層の膜厚が50マイク 率 (GPa/マイクロメートル) は (3×10+1×5 場合は、印刷に関わる各種条件のマージンが極端に軟く ロメートルでその弾性率がIGPa、有機膜の膜厚が1 ことができる, なお、必ずしも応力緩和層中に微粒子を 2

れば、有機層上部に相当する部分の応力緩和層を盛り上

げさせることは容易である。

膜8の有機圏の形成領域をパッド1の近傍のみに限定す

っきを用いて導体を形成する方法を示したが、無電解め [0040] 引き続き第四工程を説明する。本実施例で は再配線用配線4を電気鰯めっきと電気ニッケルの2層 と兼用してもよい。ここでは、蝦、ニッケルとも配気め とした。なお、再配線用配線4の一端をパンプパッド3 っきを用いることも可能である。

なる可能性がある。

【0041】まず、電気めっきを実施するための給電膜

တ္တ

なる。従って、上記ふくらみ節に要求される冗長長さは

 $m) \times 200 (C) = 0.0015 \times L \le J \times - h h L$

<u>@</u>

あるが、保護層8および応力緩和層5との接着強度が強 を形成した。ここでのクロムの機能は、その上下に位置 いスパッタを用いることとした。スパッタの前処理とし て、ポンディングパッド1と再配線用配線4導体との間 本実施例におけるスパッタ膜としては、クロム (15ナ ノメートル)/鍋(0. 5マイクロメートル)の多쪕膜 する銅と応力緩和圈等との接着を確保することにあり、 クロム膜厚が厚くなると成膜時間が増大して生産効率が 低下するという問題に加えて、保護層8や応力緩和層5 16を半導体ウェーハ全面に形成する。ここでは、蒸者 や、無電解鰯めっき、CVDなども用いることが可能で の導通を確保するためにスパッタエッチングを行った。 その膜厚はそれらの接着を維持する最低限が望ましい。

3 2 する給電膜16のエッチング除去の際に長時間エッチン を長時間にわたってスパッタチャンバー内に発生してい る高エネルギー状態のプラズマに曝すことになり、これ らの層を形成している材料が変質するという危険性があ る。なお、所要膜厚は、スパッタエッチングおよびスパ おおむね最大で0. 5マイクロメータである。 なお、本 白金膜、タングステンなどでも代替できる。一方、スパ ッタ銅の蓴厚は、後の工程で行う電気銅めっき及び電気 ニッケルめっきを行ったときに、めっき膜の膜厚分布が 生じない最小限度の膜厚が好ましく、めっき前処理とし て行なう酸洗などでの膜域り畳も考慮に入れたうえで膜 **厚分布を誘発しない膜厚を決定する。スパッタ銅の膜厚** を必要以上に厚くした場合、例えば1マイクロメートル を越える銅厚の場合には、スパッタ時間が長くなって生 産効率が低下するという問題に加えて、後の工程で実施 ドエッチングが大きくなる。単純な計算では、1マイク ロメートルの給電膜をエッチングする場合には配線も片 囲1マイクロメートル、酒飽た2マイクロメートルのエ ッチングが起こる。実際の生産では、給電膜のエッチン グ残りが発生しないようにオーバーエッチングすること が一般的に行われているため、1マイクロメートルの給 ル程度サイドエッチングされることになる。サイドエッ 実施例で使用したクロム膜に代えてチタン膜やチタン/ グが避けられず、その結果として再配線用配線4のサイ 戦膜をエッチングする場合には配線が5マイクロメート ッタの条件、クロムの膜質などによっても変動するが、

存開2002-16179 チングがこのように大きくなると、配線抵抗が大きくな ったり、断線を誘発しやすくなったりして、配線性能の 観点で問題を発生しやすい。 徒って、スパッタ銅の膜厚 はおおむね最大で1マイクロメータとなる。

用する場合には、斜面上下での膜熱差は発生しないため やブリーチング特性の弱いフィルムレジストを用いる場 ニングするには広い現像裕度が必要となる。一般に、膜 ガ型感光特性レジストが広いため、本実施例ではネガ型 の液状レジストを用いた。なお、フィルムレジストを使 ネガ型でもポジ型でも使用可能となるが、斜面部はなな とが多い。応力緩和層5のエッジ部の傾斜が大きい場合 合には、ネガ型が特に好ましい。本実施例では、図10 厚が薄くなりやすく、斜面下部では逆にレジスト膜厚が め、この場合にもネガ型を用いると好成績が得られるこ て形成する。図4中のBで示した応力緩和層5のエッジ ストにより、他の場所と比べ厚くなる。このため、解像 した応力緩和層 5のエッジ部の斜面上部ではレジスト膜 厚くなり易い傾向がある。斜面上部と斜面下部とで模厚 厚に対する現像裕度はポジ型感光特性レジストよりもネ 再配線用配線4の逆パターン形状17をレジストを用い 部におけるレジストの膜厚は、斜面部から流れ出たレジ 度を確保するためには、ネガ型の方が好ましい。 レジス トとして、液状レジストを用いた場合、図4中のBで示 の異なるレジストを同一露光量、同一現像条件でパター し、一部に隙間20を有するタイプの露光機を用いた。 【0042】衣に、ホトリソグラフィー技術を用いて、 めから露光することになって実質光路長が長くなるた に示すように、露光マスク21とレジスト22が密着

た。我々の実験結果によると、露光マスク21下部の隙 該露光機での解像限界は、露光用マスク21とレジスト 聞20と解像する配線幅の関係は、表1に示すようにな レジストの感度、レジスト硬化条件、配線幅/配線間隔 22とが密着した場合で約10マイクロメートルであっ **った。なお、表1中の値は露光機の光学系や現像条件、** の比などにより変化する。表1に示している実験結果 は、配線幅/配線間隔の比が1.0の場合の値である。

四株語 夏								1
		15	20	25	30	40	50	
露光マ	40	×	0	0	0	0	0	
25	60	×	×	0	0	0	0	
下部の隙間 [μm]	80	×	×	0	0	0	0	
آ <u>۔</u>	100	×	×	×	0	0	0	

一トルまで解像可能である。したがって、信号線の配線 [0044] 図11にアルミパッドとの接続部23とパ の配線幅を40マイクロメートルとして配線をすること もできる。また、信号線の配線を25マイクロメートル ンプパット3が再配線用配線4で接続されている様子を 示す。本実施例で使用した露光装置の場合には、表1の にほぼ対応しているので、例えば応力緩和層の厚さが6 幅を25マイクロメートルとし、電源またはグランド線 横軸である露光マスクの下部の隙間は応力緩和層の厚さ 0マイクロメートルであれば配線の幅は25マイクロメ として、その信号線の一部を太くすることも可能であ

あった。図13に実際に応力緩和層5のエッジ部分で現 緩和層5のエッジ部近傍セレジスト膜厚が不均一となっ 像不足が起こっている様子を示す。本実筋例では、この 解決した。より具体的に例示すると、配線パターン形状 る再配線用配線4を拡大して示す。上述のように、応力 対策のために現像液の回り込みを改善することによって を図14や図15に示したように変更することなどの方 【0045】図12に応力緩和图5の傾斜部付近におけ ているため、その領域で現像不足が発生しやすい傾向が

4および図15における配線幅は、応力緩和履5の厚き 40 【0046】図14はアルミパッドとの接続部23から 図15は解像性が悪い応力緩和層5のエッジ部分のみの 配線幅を太くした場合を示している。 なお、これら図1 と表1に示した解像特性とを考慮して決定する。他の解 め、観光マスク21の下に隙間20が存在することに起 因して解像性低下やパターン精度低下が起こる場合があ 決策として現像時間を延長することで現像残りを解消す る方法も考えられる。また、マスク面で光が回折するた 応力緩和局5の頂上付近まで配線幅を太くした場合を、

(3) レジストのプリベーク条件適正化、 (4) 多段館 【0047】この現象の解決策として、(1) 鶴光機の 光学系変更、 (2) レジストのプリーチング性改良、

光などがあげられる。靍光機の光学系の変更について具 50

体例を1つ挙げると、NA値が0.0001以上0.2 で挙げた例に限らず、公知慣用のプロセス上の工夫を適 宜組み合わせることで、パターンの解像性、精度を向上 以下の露光機を使用するという方策があげられる。ここ することができる。

が期待できるのでむしろ好ましい。したがって、図示す 一方、応力複和層の上部平坦部での配線幅は、信号線容 ち、パンプパッドの閲覧に通す配線本数、パンプパッド 線を太くすることにより断線を効果的に防止することも できる。なお、必ずしもすべての配線を同じ太さにする 必要はなく、例えば図16に示すように電源/グランド 場合、電気的な特性を考慮すると一般には電源/グラン ド線を信号線よりも太くすることが望ましい。信号線を 太くした場合、これにより配線の有する容量成分が増加 グランド線を太くすると電源電圧が安定するという効果 るように信号用配線については、応力の集中する部分だ **ーンとし、電源用またはグランド用配線については傾斜** 部を一様に太くすることが望ましい。一方、応力緩和層 が形成されていない平坦部については、配線の容量成分 れは半導体素子の種類やその配線パターンによりその都 度考慮する必要がある。例えば、半導体素子やその配線 配線の容量低減に大きな効果があるので、応力緩和層が 形成されていない平坦部で倡号配線を太くせざるを得な **位よりもむしろ配線密度によって制限を受ける。すなわ** の径、配線形成工程における位配合せ精度、などから応 【0048】応力緩和層5のエッジ部はウェーハと応力 級和層 5の物性値の違いにより生じる応力が集中しやす い構造上の特徴があるので、応力緩和層5の傾斜部で配 線と信号線で配線の幅を変えるようにしてもよい。この けを最低限緩和できるようにエッジ周辺を太くしたパタ の影響を考慮し、信号配線を細くしている。ただし、こ パターンにも佐存するが、保護膜8の厚みを増大すると 具体的には、配線幅を10%増大させる場合には、保護 し、高速動作時に影響を及ぼすからである。逆に電源人 膜8の膜厚も約10%程度増大させることが望ましい。 い場合には、保護膜8を厚く形成することが望ましい。

梅爾2002-16179

9 (3×2-1) = 40 という計算となる。この計算結 ミリメートルで、パッド径300マイクロメータ、パッ 果から、本実施例では平均配線幅/配線間隔=40マイ 5。具体的に一例を示すと、パンプパッド間隔が0. **ド間に3本配線をひく場合には、(500-300)**

は、硫酸酸性銅めっき液を用い鍋めっきを実施した。電 気鰯めっきは、界面活性剤による洗浄、水洗、希硫酸に よる冼净、水冼を行った後、給電膜16を陰極に接続 [0049] 第五工程について説明する。本実施例で し、リンを含有する銅板を鴟櫓に接続して実施した。

クロメータとした。

20 よいが、本実施例ではワット裕系を用い、めっき膜内部 【0050】引き続き、電気ニッケルめっきを行う。な 木冼、希威酸による冼浄、水冼を行うと良好な膜質の電 気ニッケルめっき膜が得られ易い傾向がある。電気ニッ ケルめっきは、給電膜16を陰極に接続し、ニッケル板 ルめっきは、公知慣用ないずれのニッケルめっき浴でも 使用可能であり、ワット裕系でもスルファミン裕系でも 応力が適正範囲になるように調整しためっき条件下で行 なった。スルファミン浴はめっき液成分がワット浴と比 べると高価であるうえ若干分解しやすい傾向があるとい う久点はあるが皮膜応力が制御しやすい。一方、ワット 谷は一般に皮膜応力が大きくなりやすいので、厚膜めっ きした場合には自身の持つ皮膜応力(引っ張り応力)の ために配線層にクラックが入る危険性が増大するという 欠点がある。本実施例ではワット裕を用いたが、スルフ を脇極に接続して行った。本実施例で好適な鸖気ニッケ お、電気ニッケルめっき前に、界面活性剤による洗浄、

い。また、銅配線の代わりに伸縮性のある配線を形成す

ようになる。例えば、硫黄0.001~0.05%を含有 添加剤(皮膜応力抑制剤)の種類および濃度、めっき電 っきすると、めっき皮膜は特定量の微量成分を共析する **戒密度、めっき液温度の適正範囲を求めるためのモデル** 実験をあらかじめ実施してから行うと良い。 本実施例で はこれらを適正に制御して膜厚10マイクロメータ以下 では配線にクラックがはいらない条件をあらかじめ求め てから実施した。なお、めっき膜応力は、析出したニッ ケルの金属結晶配向性に関わる指標の1つであり、後述 するはんだ拡散層の成長を抑制するために、適正に制御 する必要がある。膜応力が適正に制御された条件下でめ り具体的に含えば、配向面111、220、200、3 11、の含有率合計が50%以上となる。電気ニッケル めっきの膜厚は、その後の工程で用いるはんだの種類や や実装リペアの際に形成されるはんだとニッケルとの合 金層の膜厚がニッケルめっき膜厚以上になるように決定 すれば良い。上記合金圀の版厚は、はんだ中のスズの讃 により殷適値を決定する。具体的には、はんだリフロー リフロー条件、及び半導体装置の製品特性(実装形態) アミン浴を用いる場合でもワット浴を用いる場合でも、 する膜の場合、特定の結晶配向面の含有率が高まる。

9

上に形成されるのはニッケル層に限らず、鍋配線の上で 用により、応力緩和層及びその上に形成されている再配 る。その後、熟応力等から解放されて応力緩和層が元の の応力が解放されたときに、再配線用配線はニッケル層 ば、半導体装置の動作により引き起こされる熱応力の作 は元の形状に容易に戻ることができる。なお、類配線の の再配線用配線の変形には応力緩和圏のふくらみ部分に 形状に戻ったときに、再配線用配線が銅配線のみの場合 は銅配線は銅配線自身のばね性では元の配線形状に戻り くなる。このように、再配線用配線として銅配線の上に ニッケル層を形成すると、半導体装置と回路基板の間に 働く熱応力により再配線用配線が変形を受け、その後そ にくい。一方、銅配線の上にニッケル層を形成すると、 そのニッケル層のばね性により再配線用配線(銅配線) のばね性により変形前の形状に戻ることができる。例え 線用配線4がお互いに密着した形で変形する,このとき ニッケル層と同程度のパネ性を持つものであってもよ ある再配線用配線の冗長部分のたわみ部分が用いられ

[0051] 第六工程では、電気銅めっきおよび電気ニ ッケルめっきを行ったのちに配線の逆パターンであるレ め、エッチング液およびエッチング条件は、適宜実験に より求めるのがよい。引き続いて実施する給電膜16の 用いた。なお、上記電気ニッケルめっき膜は給電膜16 のエッチングの際のエッチングレジストとしても機能し ている。従って、ニッケルと鰯、ニッケルとクロムのエ ッチング強択比を勘案してエッチング液の組成成分、エ ッチング条件を決定するとよい。例えば、具体的に言え ば、銅のエッチングの際に使用する硫酸過酸化水素エッ チング剤では、硫酸の含有量は最大でも50%以下、望 ましくは15%以下とする。これにより、ニッケルに対 して10倍程度のエッチング強択比で銅をエッチングで ジスト17を除去し、エッチング処理をすることで予め 実施例では硫酸/過酸化水紫水を主成分とするエッチン グ液を用いた。10秒以上のエッチング時間がないと制 御が困難となって実用的観点では不利であるが、あまり に長い時間エッチングを行なうと、例えば5分を越えて エッチングするような場合には、サイドエッチングが大 クロム部分のエッチングには、本実施例では過マンガン 酸カリウムとメタケイ酸を主成分とするエッチング液を 成膜した給電膜16を除去する。銅のエッチングには、 きくなったりタクトが長くなるという問題も生じるた 塩化鉄、アルカリ系エッチング液等の種類があるが、 る場合はニッケル層は必ずしも必要ない。

8

てソルダーレジストを使用し、これを半導体装置13の [0052] 第七工程では、パンプパッド3および切断 **部24およびその周囲のみが閉口した表面保護膜6を形** 成し、引き続き無電解金めっきを実施することでパンプ パッド部3に金を成膜した。ここでは表面保護膜6とし

20

度が高いほど大きく、リフロー上限温度が高いほど大き

力級和局の上部平坦部での配線幅の上限値が求められ

ることで、表面保護膜6は、再配線用配線4、応力緩和 全面に塗布した後に露光、現像することでパターンを形 ミドや印刷用ポリイミドなどの材料を用いて表面保護膜 6を形成することも可能である。以上のような工程を経 保護膜8が刺激性物質により変質、剥離、腐蝕すること 成する。なお、ソルダーレジストの他にも戯光性ポリイ め、表面保護膜6は、再配線用配線4、応力緩和層5、 層5、保護膜8などを完全に覆うこととなる。このた

[0053] この第七工程までで、アルミパッド7から パンプパッド3までの再配線用配線4およびパンプパッ ド3が、半導体が形成されたウェーハ9上に図17およ び図2に示すごとく形成される。

ェーハをリフロー炉に投入することではんだボールは一 印刷塗布し、これをリフローすることでバンブ1を形成 する方法もある。何れの方法においてもはんだ材料は策 金や銅を核としたボールを使用したバンプや導電材料を 【0054】第八工程では、はんだボール格載装置とリ フロー炉を使用しパンプを形成する。つまり、はんだボ **ール搭載装置を利用することで、パンプパッド3上に所** はんだボールはフラックスの粘着力によりパンプパッド 上に仮固定される。はんだボールが搭載された半導体ウ 且容融し、その後再び固体化することで、図1に示した パンプパッド3に接続したパンプ1となる。このほかに も印刷機を用いてはんだペーストをパンプパッド3上に 々なものを選択することが可能となり、現時点において この他、はんだ材料は限定されるものの、めっき技術を 配合した樹脂を使用して形成したパンプを使用しても良 市場に供給されているはんだ材料の多くが使用できる。 定量のフラックスとはんだボールを搭載する。この際、 用いることで、パンプ1を形成する方法もある。また、

40 力級和層 5 は再配線用配線 4 を形成するための斜面を有 【0055】第一工程から第九工程までの工程を経るこ とで、図1に示した応力緩和图5を有し、かつ少ない工 程数で再配線用配線4が形成され、しかも再配線用配線 4の途中には応力が集中する屈曲部が存在しない半導体 装置13が実現できる。また、印刷技術を使用すること で、露光や現像技術を用いることなく厚膜の絶縁層であ る応力緩和履ちをパターン形成することができ、その応 することができる。

に接続した半導体装置13が不良品であった場合、半導 【0056】本実施例によれば、アンダーフィルを実施 せず半導体装置13をフリップチップ接続した場合でも 半導体装置13の接続信頼性が大幅に向上する。このた **め本実施例によれば多くの電気製品においてアンダーフ イルを使用しないフリップチップ接続が可能となり、各** 種電気製品の価格を低減することが可能となることがわ かる。さらに、アンダーフィルを実施しないため、半導 体装置13の取り外しが可能となる。つまり、回路基板

ることが可能となり、これによっても各種電気製品の価 体装置13を回路基板上から取り外し回路基板を再生す 格を低減することが可能となる。 [0057] 次に、本実施例に係る応力緩和磨5の材料 について説明する。本実施例で最も好適に使用される応 成シリコーン樹脂、変成アクリル樹脂などでもかまわな **力緩和層5形成用の材料は、ペースト状のポリイミドで** ミド樹脂、エーテルイミド樹脂、ポリエステル樹脂、変 あるがこれに殴らず変成アミドイミド樹脂、エステルイ い。上記列拳した樹脂のうち、イミド結合を有する樹 脂、例えばポリイミド、アミドイミド、エステルイミ

合がある。例えば、ポリエステルイミド樹脂では、一般 使い分ける。応力緩和層5形成用の材料は、例えばエボ キシ、フェノール、ポリイミド、シリコーン等の樹脂を 方法の撰択肢が広がる。例えば、スパッタなどの高温処 ン樹脂やアクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アミドイミ ド、エステルイミド、エーテルイミドなどイミド結合以 外の結合で縮合した部分がある樹脂の場合、熱機械特性 は若干劣るものの加工性や樹脂価格などの点で有利な場 **熱機械特性などを総合的に勘案してこれらの樹脂を適宜** 単独あるいは2種類以上配合し、これに各種界面との接 優れ、その結果として、配線のためのめっき給電膜形成 者性を改善するためのカップリング剤や着色剤等を配合 ド、エーテルイミド等では、イミド結合による強固な骨 格のおかげで熱機械的特性、例えば高温での強度などに 理を伴うめっき給電膜形成方法を避択できる。シリコー にポリイミドよりも硬化温度が低いため、扱いやすい。 本実施例では、これらの樹脂の中から素子特性、価格、

が、一般のポリイミドよりは弾性率が低いものが望まし い。彈性率が0. 1GPaを下回って小さすぎる場合に 0. 1から10. 0GPa程度のものが適用可能である を行う際に配線部分が変形し易くなり断線等の問題が懸 念される。また、応力緩和層5の弾性率が10.0Gを は、後述する突起電極の形成や抜半導体装置の機能試験 抜半導体装置を基板に搭載した場合の接続信頼性が低下 越えて大きくなると充分な応力の低減効果が得られず、 [0058] 応力緩和層5の弾性率は、室温において して用いることが可能である。 することが懸念される。

【0059】さらに、応力緩和層5用材料の硬化温度は 100℃から250℃までのものを用いる事が望まし

内での管理が難しく、硬化温度がこれより高くなると硬 応力緩和層はスパッタ、めっき、エッチングなどのさま 下であることが望ましく、より望ましくはTgが180℃ い。硬化温度がこれより低い場合、半導体製造時の工程 化冷却時の熱収縮でウェーへ応力が増大したり、半導体 **素子の特性が変化する懸念があるからである。硬化後の** 耐溶剤性などの特性も要求される。具体的には、耐熱性 としてそのガラス転位温度(Tg)が150℃超400℃以 ざまな工程にさらされることから、耐熱性、耐薬品性、

20

はガラス転移温度(Tg)と線膨張係数の関係を示す実験結 上であれば、クラックが発生していないことが分かる。な 範囲は3ppm~300ppmの範囲であることが望ま しい。より好ましくは3ppm~200ppmの筒囲で あり、最も望ましい線膨脹係数は3 p p m~150 p p 以上であることが望ましい。TgやTdがこれらの値を下回 っていると、プロセス中での熱工程、例えばスパッタや 危険性がある。耐薬品性の観点から言うと、30%硫酸 木容液や10%木酸化ナトリウム水溶液への24時間以 望ましい。 耐溶剤性としては、溶解度パラメーター (S 応力緩和層 5 用がベースレジンに幾つかの成分を変成し てなる材料である場合には、その組成の大部分が上記容 より具体的にいうと、容解度パラメータ(SP値)が8 未満あるいは20超である成分が50重量%を越えて含 溶剤性が不十分だと適用可能な製造プロセスが限定され ともある。現実的には、これらの特性を満足する材料コ 果である。これより、ガラス転移温度(Tg)が200℃以 お、工程中での様々な温度処理における変形量を抑える い。一般に低弾性材料は線膨脹係数が大きい場合が多い が、本実施例で好適な応力緩和層5材料の線膨脹係数の mの範囲である。一方、熱分解温度 (Td) は約300℃ スパッタエッチ工程で樹脂の変形、変質や分解が起こる 上の浸漬で変色、変形などの樹脂変質が起こらない事が 有されていないことが望ましい。これらの耐薬品性や耐 ストとプロセス自由度とを総合的に勘案した上で、応力 る場合があり、製造原価低減の観点から好ましくないこ P値)が8~20(cal/cm3)1/2となることが窒ましい。 観点から、18以下の領域での線膨脹係数 (a 1) は小 解度パラメータの範囲にはいっていることが望ましい。 さいほど好ましい。具体的には3ppmに近いほどよ 以上、最も好ましくはTgが200℃以上である。

2

[0060] 続いて、応力緩和層の膜質とウェーハ応力 およびα線の関係について説明する。図18は、応力機 図18に示したように、応力緩和層は直径8インチウェ ーハに強布し硬化させた場合、150マイクロメートル よりも膜堕が厚くなるとウェーハ応力が大きくなり、ウ エーハの反りが大きくなったり、ウェーハのクラック、 和層の膜厚とウェーハ応力の関係を示したものである。 絶縁膜のはがれ等が発生しやすくなる。

[0061] 一方、図19には、応力級和層の厚きと応 は、半導体装置に用いられるはんだ中に不純物として含 厚くなるとα線はほとんど透過せず、α線による観動作 の問題は生じない。 反対に35マイクロメートルより応 トランジスタ部の観動作を引き起こす。図19に示した 力級和階の厚さが薄くなるとα線が透過するため、α線 まれるウラニウムやトリウム等の崩壊によって発生し、 ように、 応力機和圏の厚さが35マイクロメートルより 力緩和層中を透過するα線盘との関係を示した。α線 による観動作が起こりやすくなることが分かる。

(13)

特開2002-16179

ば、図2 1に示すようにα線遮蔽が必要な領域の応力緩 の影響を受けやすい部分、例えばトランジスタの設作動 にくい部分がある。そこで、a線に対して特に影響を受 けやすい部分に対して、図20、21に示すように応力 成した回路部分までα線が到達するのを防止することが 形成し、応力緩和層全体の平均厚みを35マイクロメー トル以上150マイクロメートル以下にすることもでき 0062]これらの関係から、応力緩和層の厚さを3 5マイクロメートル以上150マイクロメートル以下に することにより、半導体素子表面に形成した回路部分ま での線が到達するのを防止し、かつ半導体装置とこれを なお、半導体装置の構成によっては、同一素子内にα線 を受けやすいメモリセル110等と、a 線の影響を受け 級和層の厚さを35マイクロメートル以上150マイク ロメートル以下にすることにより、半導体紫子表面に形 できる。なお、a線の影響を受けにくい領域に形成する 応力緩和層の厚みは35マイクロメータを下回るように しても、α線遮蔽の観点では問題がない。従って、例え 和層を厚く形成し、その他の領域では応力緩和層を薄く 搭載した基板との接続信頼性を確保することができる。 2

履5の厚みを半導体装置13の中央付近は薄く、外周部 置するとよい。例えば、図38に示すように、応力緩和 合、中央付近のパンプは他のパンプと比べて接続高さが のものの応力緩和機能が増大して、薄くなった応力緩和 は、図39に示すようにα線の影響を受けない領域を半 導体装置13の中央付近に配置すれば、半導体装置13 い。次に他の実施例として、応力緩和層と組成が異なる 熱応力ひずみの大きさを勘案した半導体装置の構成とす ほど熱応力ひずみを受けやすく厚めの応力緩和層が必要 影響を受けにくい領域を半導体装置13の中央付近に配 層5の応力緩和機能を代替している。なお、a 線の影響 る。このような工夫を施す場合には、各バンプにかかる となるから、a線に対して影響を受けやすいトランジス タ領域を半導体装置13の外周に配置し、a線に対して 大きくなるとともに接続角が小さくなるため、バンプそ ることが望ましい。一般に半導体装置13の外周へいく に行くほど次第に厚くすることも可能である。この場 を全く受けない領域を有する半導体装置13の場合に の中央付近には応力緩和層5を形成しなくても構わな 徴粒子を包含する応力緩和層の実施例について説明す

30

緩和層5用の材料を決定すると良い。

る。応力緩和層中で微粒子が分散することで印刷に必要 【0063】上述した応力緩和層5に含まれる微粒子 は、応力緩和層5と同一材料で、同じ物性を有してい な粘弾性特性を有することができる。

[0064] しかし、この構造では、ウェーハと応力級 **科圏5との境界で物性値が急激に変化するため熱応力等** がその境界部分に集中して配線が断線等する可能性があ 【0065】そこで、本実施例では、ウェーハの回路形

8

成面上に形成された応力緩和層5の特性を厚み方向で異 ならせ、ウェーハ表面側の応力緩和層の特性がウェーハ の特性に近くなるようにした。

面の境界部における特性の差を少なくし、これらの上に 【0066】これにより、ウェーハ上面と応力緩和層下 設けた配線に不連続な力や、応力緩和層の膨張収縮によ る引張りや圧縮、曲げの応力が配線部に加わらないよう にすることで、配線部の断線防止が可能となる。

はウェーハに近く、荻半導体装置を搭載する基板側はそ の基板の特性に近くすることにより、応力緩和層 5.上の 【0061】さらに、ウェーへ側の応力緩和뤔5の特性 配線のみならず抜半導体装置と前記基板の接続部の接続 寿命向上にも有効である。 [0068] ここで、応力緩和層5の厚み方向で漸次変 るシリカ粒子102を配合し、応力緩和層5の厚き方向 分布している部分では、応力緩和層5の熱膨張係数が小 にシリカ粒子102の配合量の分布を持たせ熱膨脹係数 や弾性率を徐々に変化させる。シリカ粒子102が多く 化する特性として、熱膨脹係数あるいは弾性率等が考え な手段として、図22に示すように、絶縁性の粒子であ さく弾性率は高くなる。一方、シリカ粒子102の配合 量が少なくなると熱膨脹係数は大きくなり弾性率は低く られる,そして、応力緩和層の特性を変化させる具体的

【0070】本実施例では、応力緩和層5に弾性率や熱 も、ウェーハ上の回路形成、応力緩和層形成、シリカ粒 子の分布、応力緩和層上の配線形成等をウェーハ状態で 行うことにより、全体工程の簡略化、製造時のパラツキ [0069] 本実施例における半導体装置の製造工程 等が少なく配線部の寿命向上が可能である。

いは二種類以上配合し、また必要に応じてポリイミドや ナ、窒化ホウ素等の無機材料からなる粒子を一種類ある シリコーン等の有機材料からなる粒子を適宜配合しても 膨脹を調整するための絶縁粒子である、シリカ、アルミ

ハ上に形成された回路部の紫外線等による観動作を防止 するため絶縁樹脂層を着色するための染料や顔料、樹脂 タネート等からなるカップリング剤、樹脂の破断伸びや **層の硬化反応を促進させるための硬化促進剤等を配合す** 【0011】さらに、シリカ粒子や絶縁樹脂層を構成す る各種界面との接着性向上のためアルコキシシランやチ 破断強度を向上させる熱可塑性樹脂等の改質剤、ウェー ることも可能である。

の形成方法としては、例えば前記記載の材料を配合して [0072] 厚さ方向で特性を変化させた応力級和層5 し、この応力緩和層5を加熱硬化する過程で、配合した シリカ等からなる絶縁粒子をウェーへ倒に衝水式降させ る方法がある。シリカ粒子の粒子径に分布が有る場合、 なる液状の応力緩和層 5をウェーハの回路面上に強布

加熱硬化を行うと、応力緩和層の厚み方向で特性の分布 Fほど沈降し難く、ウェーハを下側にして応力緩和層の

[0073] 応力緩和層5に配合されたシリカ粒子の膜 あるいは硬化を遅らせるための反応抑制剤等を適宜配合 厚方向での濃度分布を制御する方法としては、絶縁樹脂 する方法やシリカ粒子等絶縁粒子の粒子径分布を変更す の硬化温度、硬化温度プロファイルを適宜調整したり、 硬化の進行を早めるための硬化促進剤の配合鼠や種類、 る方法がある。

隊形化したもの、さらに合成したシリカ粒子等が適用可 能である。シリカ粒子の粒子径分布や配合晶は、本実施 度、応力緩和層5の厚き、粒子の粒径や搭載する基板の 【0074】本実施例に適用可能なシリカ粒子は、溶融 カインゴットを破砕後、再度シリカ粒子を加熱容融して しインゴット化したシリカの塊を破砕したものや、シリ 例の構造を適用する半導体装置の大きさ、厚さ、集積 種類によって種々変更可能である。

合、印刷の方法によっては、適用するマスクの寸法によ [0075] 印刷法により応力緩和層5を形成する場 っても粒子径の分布を変更する必要が生じる場合もあ

含まれるシリカ粒子の配合量を異ならせて印刷してもよ 【0076】なお、応力緩和層5は一回の印刷で形成さ れる必要はなく、図23に示すように.少なくとも2回 以上の印刷で形成してもよい、さらに、それぞれの層に

[0077] 本実施例では、ウェーハの回路部から応力 展和層上に設けた電極に至る段階で、配線が形成される な力が集中することが無く、配線の断線防止が可能とな 部分の物性が急激に変化しないので、配線の一部に大き

5パンプ1直下の応力緩和層5の膜厚を他の箇所と比べ **薄くした半導体装置13の実施例の一例を図24を用い** [0078] 次に、半導体装置13の周辺寄りに存在す その一つ内側のパンプ16とくらへ、6だけ高さが低く て説明する。この実施例では、最外周のバンブ1aは、 なっている。

イミド材料などの応力緩和層形成材料中に含まれる微小 【0079】半導体装置13の周辺部について応力緩和 **慰5の腹厚を薄くする方法としては、ペースト状のポリ** 印刷回数等の印刷条件、ペースト中の溶媒の割合な 粒子の有無、粒子の形状や配合、印刷速度、版雕れ速 どを変更する方法がある。

るパンプ1aには、回路基板14に半導体装置13を接 **祝した後の各種負荷により、その他のパンプ1b等と比** 回路基板14との線膨張係数は異なるため、祖度上昇時 には半導体装置13の周辺寄りのパンプ1aになるほど [0080] 一般に半導体装置13の周辺寄りに存在す ペ大きな歪みが生じている。例えば、半導体装置13と

20

粒子径の大きい粒子ほど沈降が早く、粒子径の小さい粒

大きな歪みが発生する。この歪みが大きい場合や繰り返 し作用する場合、半導体装置13の周辺よりのパンプ1

あるため、パンプ1とパンプパッド3との接触角および り、回路基板14に接続した際にパンプ1は図25に示 ンプ1gaでは、体積自体はその他のバンプ1と同一で パンプ1と回路基板14上のパッドとの接触角が大きく なる。つまり、図25においてはα1>a2、β1>β 【0081】本実施例にあるように半導体装置13の周 辺寄りについて応力緩和圈 5の膜厚を薄くすると、対応 したような縦長パンプ1aaとなる。このような縦長バ した箇所のパンプ1の形状を制御することが可能とな

プ1の高さが半導体装置13の回路基板14に対する接 ことが出来る。なお、応力緩和層5の断面形状は、バン 体装置13と回路基板14との接続信頼性を向上させる 【0082】接触角が大きくなることで、パンプとバッ る。このように応力緩和層5の膜厚を半導体装置13の **周辺郎のパンプパッド3形成箇所についたその色の部分** より潜くし、パンプ1の形状を縦段とすることで、半導 院時に支随のない範囲内で設計することが可能であり、 ドとの接続部に対する応力集中は緩和されることとな 様々なものが考えられる。

ら問題はない。

20

[0083] 8の大きさは、(1) 最外周に位置する縦 力緩和層5の弾性率と半導体装置13のサイズから求ま としても、応力緩和層5ははんだパンプ材料と比べて相 付いたりすることも無い。それゆえ、応力級和特性から 要求されるもの値が、機能検査装置で要求されているバ 体装置13の機能検査時におけるパンプ高さパラツキ許 容値、(3)半導体装置13の回路基板14に対する接 続時のパンプ高さパラツキ許容値、などを考慮して決定 当に弾性率が低いため、はんだパンプの変形よりも応力 殺和層5の変形が優先して起こり、はんだパンプへ傷が 了後には形状が復旧するので基板への接続時にも特段の 長パンプ1aaに要求される応力級和特性、(2)半導 する。より具体的に記述すると、上記応力級和特性は応 はんだボールや応力緩和層 5の変形も考慮したうえでそ れらの許容値を求める。例えば、機能検査はバンブ上面 ば、パンプ高さパラツキが実質的に存在しない状態で機 能検査することが可能である。このような操作を行った ンプ商さバラツキよりも大きくなったとしても、応力綴 ない。また、応力緩和材料は弾性体であるため、検査終 和履5の変形によって対応できる範囲であれば差し支え る。一方、機能検査時や接続時のバラツキについては、 から検査治具を押しつけて応力緩和層5を変形させれ 問題はない。このことを勘案すると、事実上、前記

め、応力駿和特性からはる=150-35=115マイ 述のように応力級和特性は、応力緩和層5の膜厚が35 乃至150マイクロメートルで良い結果が得られるた (1) および (3) から 5 が決定されることとなる。

20

特開2002-16179 クロメートルとなる。また、8=115マイクロメート ルという値は、回路基板14~の接続の際に許容される 上限値とほぼ等しい。よってもの値は115マイクロメ

傾斜部にパンプを形成しなければならない場合にも適応 るにとどめ、バンプ1bより内側では保護膜8の有機層 を厚めに形成するなどの方法がある。必要に応じ、応力 緩和層5の厚みと保護履8の有機層厚みとを適宜調整し 制御することにより所望の高さ差 8を達成することも何 [0084] また、本実施例の構造は、半導体装置の微 細化が進み、半導体装置の配線の関係上、応力緩和層の 緩和層5の厚みを制御しているが、その他の制御方法と 膜8の有機層を形成しないか、あるいはごく薄く形成す できる。なお、上記図24では最外周バンブ1aとその 1つ内側のパンプ15とで高さに差を付けるために応力 して、保護履8の構造調整による方法もある。例えば、 図40に示したように最外周パンプ 1aの直下では保護 ートルが多くの場合、上限値となる。

により接続径は大きくなる一方、はんだの体積は他と同 回路基板14に接続した際にパンプとパッドとの接触角 回避できる。応力集中がなくなったことによってはんだ 内でのクラック進展が遅くなるとともに、パンプ径が増 大したことによって破断に至るまでのクラック長さの絶 [0085] また、半導体装置の最外周に位置するパン プには外力が加わりやすく、はんだに亀裂等ができる場 合があるので、最外周に位置するパンプのうちいくつか は緩衝部材として用いてもよい。この場合、緩衝部材と して使用するパンプは、アルミパッド7と電気的に接続 されない、半導体装置が電気的に動作する上で不要なも のとすることが望ましい。これにより、半導体装置が電 気的に動作する上で必要なその他のバンプで破断が発生 するまでの期間を延長することが出来る。なお、緩衝部 材とする幾つかのパンプについては、パンプ径を大きく することでも更にバンブ破断までの期間を延長すること 特に好適な方法を1つ例示すると、はんだの体積自体は ト)を大きくすることである。パッドを大きくすること が大きくなってパンプとパッドの接触点への応力集中を が出来る。なお、本実施例では好適なバンプ径を大きく じであるためパンプ高さが低くなり、その結果として、 するために公知慣用のいずれの方法を用いても良いが、 その他のバンプと同一にしたままバンプランド(パッ

8

と、半導体装置の中央付近に電源またはグランド線を配 信号線として、遠いパンブパッドを接続する最配線用配 【0086】また、半導体装置を接続する回路基板の配 (b) に示すようにアルミパッド7とアルミパッドから の距離が近いパンプパッドを接続する再配線用配線4は **澄することが望ましく、その結果として、図26(a)** 殺引き出しの設計を容易にするという観点から考える の期間延長に大きく貢献する。

対値そのものも大きくなっているので、バンプは段まで

線4は電源またはグランド線として用いることが望まし い。この場合、アルミパッドからの距離が近いパンプは 応力緩和層5の傾斜部に位置する場合もある。また、電 原またはグランド線は信号線よりも配線幅を広くするよ

れらを接続する再配線用配線4は、再配線用配線4が半 程は、既に説明したものと基本的には同じであるが、第 本実施例では、応力緩和層5を半導体が形成されたウェ 一ハ9上の隣の半導体装置13にまたがった状態で形成 している。アルミパッド7、パンプパッド3、およびこ 導体装置13と隣の半導体装置13との境界を横断する ことがないように設計上の工夫がなされている。製造工 【0081】半導体装置の他の実施例を図21に示す。 七工程以降に違いがある。

和層5の切断も必要となるが、応力緩和層5は低弾性材 行った後に、半導体が形成されたウェーハ9をダイシン 【0088】半導体ウェーハを切断する際には、応力緩 料であるため、大部分がシリコンからなり強度が異なる 半導体が形成されたウェーハ9と一括して切断すること は難しい。このため、まず応力緩和層5に対する切断を グする。以下、図28を用いて説明する。

[0089] まず、第七改良工程にて応力緩和層5のみ に向いた回転刃を使用するのが良い。このほかにも炭酸 を切断する。切断方法としては、低弾性樹脂材料の切断 ガスレーザやサンドブラストなどを使用することができ

33 た印刷やカーテンコーティングでも良い。 ソルダーレジ ストを塗布するためにも第七改良工程における応力緩和 [0090] 第八改良工程においては、表面保護膜6と してソルダーレジストを全面に塗布する。塗布方法とし ては、スピンコート法のほかメッシュ状のマスクを用い 層5の切断部の壁面は、垂直ではなく逆への字状となる ようにすることが望ましい。このコーティングを第七改 良工程における応力緩和層の切断後に行うことで、応力 緩和層5が、半導体が形成されたウェーハ9の表面より 剥離する要因となったり、半導体の性能劣化を引き起こ すイオン等の異物の侵入を軽減でき、耐久性などを確保 したデバイスを提供することができる。

も適用できる。

ことで表面保護膜6のパターンを形成する。これにより バンプパッド3および切断部24およびその周辺のみが に金を成膜する。なお、実施例では金めっきのみとした [0091] 第九改良工程においては、感光現像を行う **表面保護膜6から韓出する。また、表面保護膜6をマス** クとして無電解金めっきを焰すことでパンプパッド3上 が、パラジウムや白金のめっきを金めっきの前に施して もかまわないし、金めっき終了後にスズめっきをおこな っても特段の問題は無い。

\$

分割する。なお、一般的にダイシングは回転刃を用いて 【0092】 第十改良工程においては、ダイシングによ って半導体が形成されたウェーハ9を半導体装置13に

[0093]以上の工程により、応力緩和圈 5を切断す

変える必要がなく、半導体装置の形状、外形寸法および [0094] 本実施例によれば、半導体装置13の外形 寸法が小さい場合でも問題なく応力緩和層5を形成する ことが可能となる。 具体的には、鱗り合う 2 つの半導体 装置にまたがって応力緩和層5を形成する場合には、外 半導体装置13を互いに分離する際の切りしろとなる切 すら可能となる場合もある。また、再配線用配線4は第 パッド7とパンプパッド3とを接続しているため、再配 線用配線4に応力集中部も存在せず、アンダーフィルを 形寸法がほぼ半分になっても応力緩和層5の成膜技術を 断部24の幅、形状を調節することで半導体装置の大き 一の実施例と同様に応力緩和層5の傾斜部を経てアルミ さを変えても同一の印刷マスクを使用して製造すること 5工程を含む半導体装置13の製造が可能となる。 必要としないフリップチップ接続が可能となる。

装置のセンター部分にパッドがレイアウトされた半導体 [0095]なお、本実施例にかかる構造は特に半導体 装置、たとえばDRAMなどに適応可能である。

20

[0096]また、本実施例中の図では、隣り合う二つ の半導体装置13にまたがった応力緩和層5を切断した が、再配線用配線4がアルミパッド7からパンプパッド 3に至るためのスロープ部が存在する限り、少なくとも 2以上の半導体装置13、たとえば互いに隣り合う4つ の半導体装置について連結した応力緩和層5を切断する ような構造を採用することも可能である。当然のことな がら、隣り合う2列について連結した応力緩和層5を形 成して切断するようにしてもよい。この場合、列方向の 位置ずれを許容できる製法となるので、より微細加工に

を用いて応力緩和層5を印刷する際に気泡を巻き込む不 難しやすくなる。応力緩和層5に気泡が残留すると、半 導体装置13を加熱した際に気泡が破裂して再配線用配 線4が断線するなどの不具合が生じる。このため、応力 [0097] 各実施例においては、例えば図2や図27 に示すように応力緩和層5の角部には丸みをつけるとよ い。 丸みをつけない場合、ペースト状のポリイミド材料 良が時々観察される。また、応力緩和層5が角部から剥 緩和層5の形成に使用する印刷用メタルマスクのパター ン関ロ部18の隅部は丸めておくことが望ましい。

[0098] なお、各実施例における応力緩和層5は印 **制用メタルマスクやディスペンサを用いて印刷強布し形** 成することができる。

7、空気あるいは不活性のガスを用いた吹き付けやイン を貼り付ける等の方法により、またはこれらの方法を適 宜組み合わせることにより形成可能である。応力機和層 を印刷方法で形成する場合、印刷的端部の傾きは絶縁材 クジェット法、来硬化あるいは半硬化状態の樹脂シート [0099]また、印刷方法のみならず、スタンピン 8

(19)

特開2002-16179

難燃助剤樹脂層の硬化反応を促進させるための硬化促進 樹脂、アルコキシシランやチタネート等からなるカップ リング剤、着色剤、難燃性を付与させるための難燃剤や 削等を配合することが可能である。

[0104] 本実施例では、半導体装置上の突起状電極 のピッチと各種電子機器に用いられている基板の電極の 【0105】なお、半導体装置となる基板への実装と同 ピッチが異なる場合であっても、所定の基板を介するこ とにより各種電子機器に接続する事が可能となる。

[0106] なお、これまで説明した実施例において 合も同様とする。

様に、一般電子機器に用いられる回路基板に実装する場

は、必要に応じて例えば半導体装置の絶縁層に低弾性の 材料を使用し、かつ厚さ35ミクロン以上の絶縁層を形 また、低弾性の絶縁層が存在することで、接続部に生じ 成することで、接続部の破壊を防止することができる。 る応力を大幅に低減することが可能となる。このため、 半導体装置の接続寿命は大幅に向上する。

適用しづらい。絶縁層を厚膜形成する場合、絶縁層形成 用の材料は高粘度であるため、スピンコート法では気泡 はたさなくなってしまう。これとは別に新規の厚膜形成 では光の透過性が低下するため、露光現像では絶縁層の 【0107】また、約35マイクロメートル以上といっ た厚膜の絶縁層を採用する場合、従来の配線形成方法が を含んだ絶縁層となってしまい、絶縁層としての機能を 80度程度かそれ以上の概垂直であり、かつその高さが も、側壁と上層との境界部において金属配線の屈曲部が 形成されるため、この場所に応力が集中しやすく、この ため亀裂が進展しやすい。このため、回路基板接続時の 方法を開発したとしても、35マイクロメートルの膜厚 この問題が解決できたとしても絶縁層の開口部の側壁は 配線厚さより大幅に大きい値となるため、金属配線が側 開口部等を高精度にパターン形成することができない。 壁に形成され難くなる。またたとえ形成できた場合で 接続寿命が短くなってしまう。

い、絶縁層関ロ部の形状をなだらかな斜面とすることが り形成可能となり、かつ応力が集中する様な金属配線の 【0108】そこで前述のように做小粒子を含有した絶 縁材料をマスク印刷することで、厚膜絶縁層の形成を行 好ましい。これにより、絶縁層上の配線は従来工法によ 屈曲部も存在しないため、配線の断線も生じにくくな

[0109]

[発明の効果] 本発明によれば、アンダーフィルの不要 なフリップチップ接続を可能とする半導体装置を実現 し、その配線の断線を抑制することが可能となる。 【図1】 本発明の半導体装置の一実施例の構造を示す部

【図2】本実施例の半導体装置が連続的に形成されてい

20

23 料を印刷し印刷マスクを除去した際、あるいは加熱硬化 過程において端部で絶縁層の流動が起こり端部の傾斜部 合、スタンピング用の型に応力緩和用の絶線材料を強布 能となる。この場合、印刷方式に比べ端部の形状が一定 になり易いという特徴がある。さらに、絶縁材をガス等 より所望の応力緩和層厚さ、端部傾きを得ることが可能 が形成される。この方法ではウエハ単位で応力緩和層お よび特定傾きを有する端部を一括で作成することが可能 である。一方、スタンピングで応力緩和層を形成する場 しウエハ上に応力緩和層の形状を転写するため絶縁材料 を用いて吹き付ける方式では、印刷マスクあるいはスタ ンピング金型を用いないため、応力緩和層形成時の形状 スクやスタンピング金型では形成し難い応力緩和層の形 る。これらの方法を単一あるいは適宜組み合せることに 硬化時の端部の形状変化が生じない絶縁材料の選択が可 に自由度あり、ノズル形状を適当に選択すれば、印刷マ き、厚さ調整の範囲も広くなる。半硬化あるいは未硬化 の樹脂シートを貼り付ける方式では、厚膜の応力緩和層 の形成が可能となり予めシート状の絶縁樹脂を用いるた 成が可能となる。また、印刷方式やスタンピング方式に 比べ、吹き付け鼠の調整で応力緩和層の厚さを調整で め、応力緩和層表面の平坦性に優れるという特徴があ

[0100] 次に、半導体装置の他の実施例を示す, 図2 9 は半導体装置の突起電極を変換するための基板に搭載 した状態を示す断面概略図、図30はさらに半導体装置 13とこれを搭載する基板の隙間を樹脂118で封止し

基板上の対応する電極120上にはんだペーストあるい はフラックス等を介して搭載し、リフロー炉等により前 【0101】半導体装置13に形成した突起状電極1を 記突起状電極を溶融させ基板115と半導体装置13の 接続を行う。半導体装置を搭載する基板は、半導体素子 るための電極120および必要に応じて突起状電極12 搭載面の裏面に各種電子機器に用いられる基板に搭載す た状態を示す断面機略図であるである。 1を有する。

30

および各種試験における信頼性、特に落下衝撃試験に対 [0102] 半導体装置13を各種電子機器に用いられ る基板に搭載する際、基板115上に設けた突起状電極 121を加熱溶融させる必要がある。これらの実装工程 する信頼性成績をさらに向上させるため、半導体装置1 3と基板115の間を樹脂118で補強したものであ

\$

[0103] 半導体装置13と基板115間を充填する コーン樹脂等が使用可能であり、封止樹脂の熟膨張係数 配合し、また必要に応じてシリコーンや熱可塑性樹脂等 樹脂118は、一般の半導体封止用に使用される液状の や弾性率を調整するためシリカ、アルミナ、窒化ホウ茶 エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、シリ 等の無機材料からなる粒子を一種類あるいは二種類以上

分配旧区

符号の説明

【図20】本発明の半導体装置の構造の一実施例を示す [図21] 本発明の半導体装置の構造の一実施例を示す

[図18] 応力緩和層の膜厚と応力の関係を示した図 【図19】 応力緩和履の膜厚とa線の関係を示した図

置を示した図

8

示す図

【図17】本発明における第七工程までを経た半導体装

【図16】再配線用配線の別の一例を示した図

示す図

20

【図14】再配線用配線の別の一例を示した図 【図15】再配線用配線の別の一例を示した図

函

【図13】実際の再配線用配線パターンの現像不足を示

【図12】再配線用配線の別の一例を示した図

[図11] 再配線用配線の一例を示した図

[8図

80 92

2

0…電極、121…電極

[図27] 応力緩和層を半導体装置と隣の半導体装置と*

[図26] 本発明の半導体装置の構造の一実施例を示す

[図25] 応力緩和層の膜厚を部分的に薄くした半導体

装置を示した図

装置を回路基板に接続した状態を示した図

[図24] 応力緩和層の膜厚を部分的に薄くした半導体

[図23] 本発明の半導体装置の構造の一実施例を示す

[図22] 本発明の半導体装置の構造の一実施例を示す

特開2002-16179・

(18)

特開2002-16179

(2

[図3]本発明の半導体装置の製造工程の一例を示した [図4] 本発明の半導体装置の製造工程の一例を示した

る状態を示す平面図

≅

【図31】従来の半導体装置を示した図

を示した図

[図6] 本発明の応力緩和層の形成に使用する印刷用マ

[図5] 本発明の半導体装置の製造工程の一例を示した

ポケ図 示す図

示す図

[図9] 応力緩和層が形成された半導体装置を示した図

を示す図

[図10] 鶴光用マスクをレジストに密着させた状態を

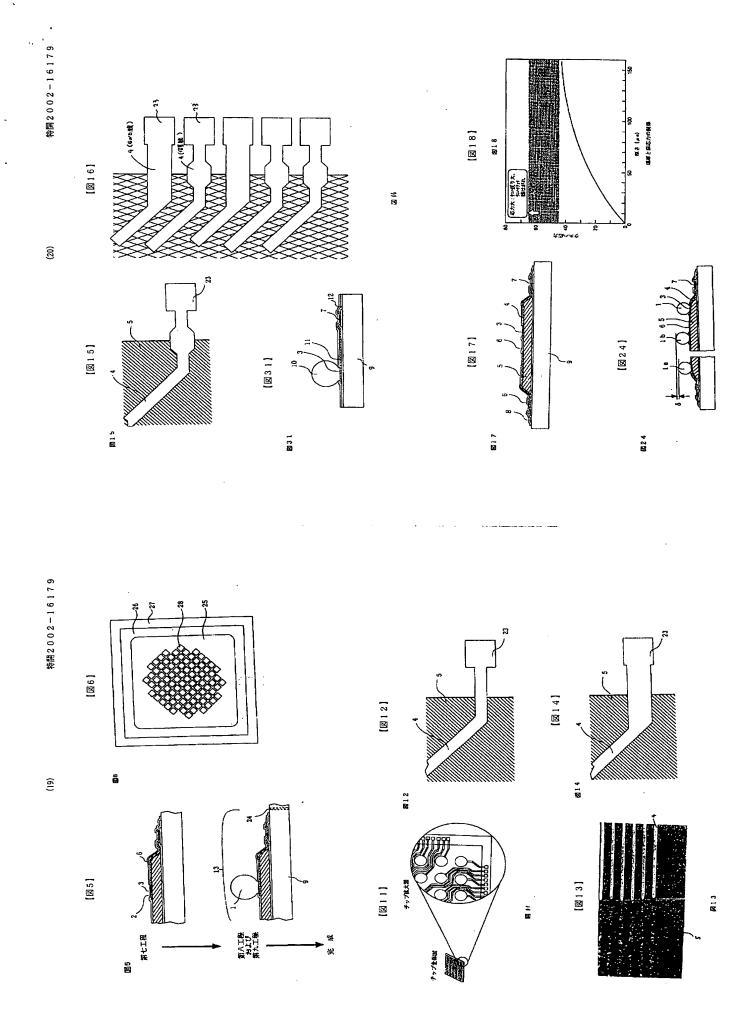
図8】印刷マスクがウェーハより上昇する版離れ工程

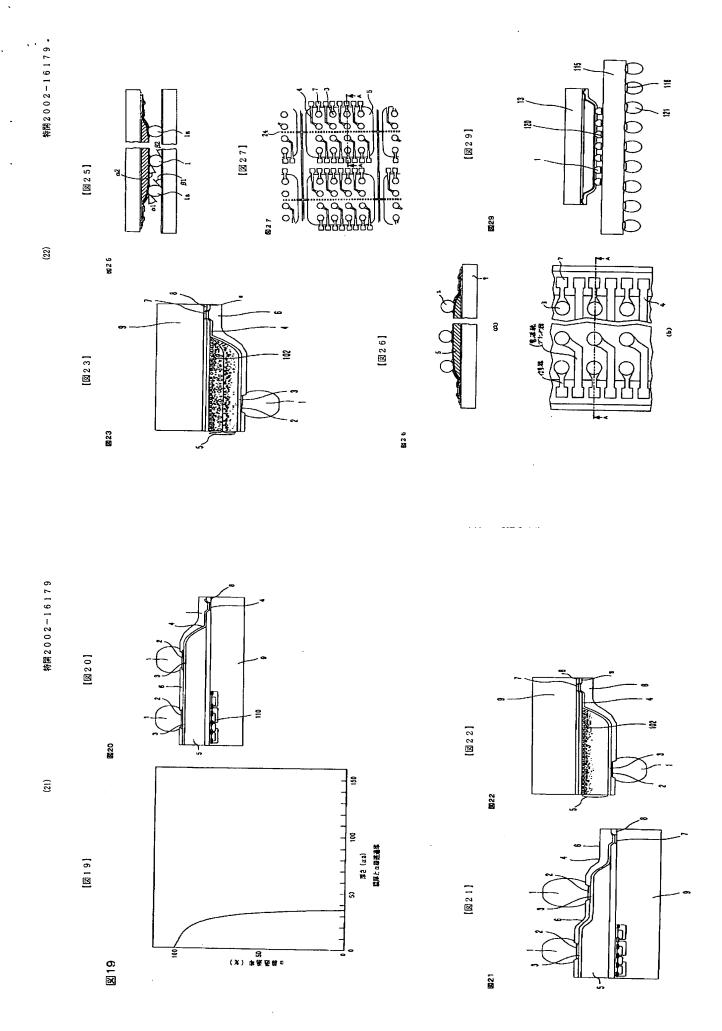
図7】応力緩和層を印刷している工程を示す図

スクを示した図

(3) M

2





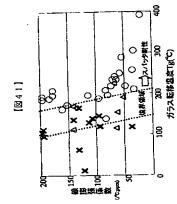


図41 応力提和圏候補材料の物性値とスパッタ耐性 (*:&乳栓生、Δ:酸烙生、〇:具体的)

フロントページの続き

東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株 式会社日立製作所半導体グループ内 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株 式会社日立製作所半導体グループ内 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 株 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 東京都小平市上水本町五丁目20番1号 式会社日立製作所生産技術研究所内 式会社日立製作所半導体グループ内 安生 一郎 西村 朝雄 氏家 键二 (72)発明者 諫田 尚哉 矢島 明 (72) 発明者 (72) 発明者 (72) 発明者 (72) 発明者 (72)発明者 井上 康介 神奈川県横浜市戸保区吉田町292番地 株 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株 式会社自立製作所生産技術研究所内 式会社日立製作所生産技術研究所内 式会社日立製作所生産技術研究所内 式会社日立製作所生産技術研究所内 宝藏寺 裕之 角田 重晴 (72)発明者 大録 節行 皆川 円 (72) 発明者 (72) 発明者 (72) 発明者

棌

式会社日立製作所半導体グループ内

式会社日立製作所生産技術研究所内